

# 数字化测量技术在水利工程 施工中的应用研究

赵鑫, 肖 垚

(浙江省第一水电建设集团股份有限公司, 浙江 杭州 310051)

**摘 要** 水利工程作为国民经济的基础性工程,其施工质量直接关系到工程运行安全。传统测量技术受人为操作、环境因素的影响,存在效率低、精度不够、数据滞后等缺点,已难以满足现代水利工程规模化施工的要求。数字化测量技术是以计算机、信息、空间定位技术为依托,融合GPS、GIS、RS、无人机测绘、三维激光扫描等多元技术手段,实现测量数据的自动化采集、精准化处理、可视化呈现和智能化应用的完整体系,为水利工程测量带来了革命性突破。本文对数字化测量技术的内涵和技术体系进行阐述,分析其在水利工程测量中的应用优势,并结合水利工程施工准备、施工过程、竣工验收全周期应用场景,旨在为水利工程施工智能化提供理论参考。

**关键词** 数字化测量技术; 水利工程; 自动化水平; 数据信息; 测量精度

中图分类号: TV51

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.016

## 0 引言

水利工程是水资源调配、防洪抗旱、灌溉供水、水力发电等领域的核心基础设施,对国家水安全、生态文明建设、区域协调发展起着不可替代的作用。传统的水利工程测量大多采用水准测量、三角测量、钢尺量距等人工操作的方式,耗费大量的人力物力,而且测量周期长、精度易受人为操作误差、天气环境、地形条件等因素的影响,难以满足现代水利工程精细化施工、动态化控制的要求。伴随数字化技术、空间定位技术、信息技术的迅速发展,数字化测量技术也应运而生,并逐渐应用于水利工程施工领域。

## 1 数字化测量技术概述

数字化测量技术是指以计算机技术、信息技术、空间定位技术、传感器技术为依托,将多种测量手段结合起来,实现测量数据的自动采集、传输、处理、分析、存储和可视化展示的一整套测量技术。

数字化测量技术的主要特点是“数字化”,与传统的手工测量方式不同,可以克服传统测量技术的不足,提高测量工作效率和质量。

数字化测量技术主要的技术体系有如下几类,分别是空间定位技术、地理信息系统(GIS)技术、遥感(RS)技术、无人机测绘技术、三维激光扫描技术、数字化测绘仪器。

数字化测量技术的工作流程分为三个阶段,数据采集阶段用各种数字化测量设备自动采集地形、地貌、建筑物、水文等有关数据,实现数据的实时传输和存储;数据处理阶段用计算机软件对采集到的原始数据进行清洗、校正、分析、建模,消除冗余数据和误差,生成准确的测量成果;成果应用阶段将处理后的测量数据和成果用可视化技术呈现给工程技术人员,为水利工程施工的规划、设计、施工、验收提供数据支撑和决策依据<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程测量中数字化测绘技术应用优势

数字化测量技术相比于传统的测量技术,具有自动化、精准化、智能化等特点,优势明显,可以很好地解决传统测量技术在水利工程中的难点问题,为水利工程施工提供精准的测量服务,具体优势表现在以下三个方面。

### 2.1 自动化水平高

传统的水利工程测量要依靠大量的人工操作,从测量仪器的架设、数据的读取、记录到数据的处理,都是靠人工完成,不但劳动强度大,而且容易造成人为操作误差,从而影响到测量效率和精度。数字化测量技术依靠自动化测量设备和计算机软件,对测量过程实行全程自动化,减少人工干预<sup>[2]</sup>。

自动化水平的提高,一方面可以减轻测量人员的

作者简介: 赵鑫(1981-),男,本科,助理工程师,研究方向: 水利工程测量。

工作负担,另一方面也大幅缩短了测量时间。大型水利工程的传统测量工作需要几十人花费数天甚至数周才能完成,而采用数字化测量技术之后,只需要几个人就可以在短时间内完成,提高测量工作的效率,为水利工程施工进度的推进提供保证。

## 2.2 数据信息丰富

水利工程施工测量要得到大量的地形、地貌、水文、建筑物等有关数据,传统的测量技术受测量手段的限制,只能得到单一的测量数据,难以满足工程施工多样化的要求。数字化测量技术可以整合各种测量手段,得到丰富的多维数据,即空间位置数据、地形高程数据、影像数据、三维模型数据等,给水利工程施工提供全面的、完整的数据支持<sup>[3]</sup>。

无人机测绘除了可以得到高清影像数据外,还可以生成数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)等成果,清楚地表现出工程区域的地形地貌特征;三维激光扫描技术可以获取建筑物、地形的三维空间信息,生成准确的三维模型,给工程结构设计、变形监测提供详细的资料;遥感技术可以获取大范围的水文、地形数据,为水利工程的规划设计、洪水监测提供宏观的数据支持。

## 2.3 测量精度更高

水利工程施工的测量精度要求很高,在大坝、溢洪道、输水管道等重要部位,测量精度的好坏直接影响到工程结构的安全以及施工质量。传统的测量技术由于人工操作、环境因素的影响,测量精度难以保证。

数字化测量技术可以通过先进的测量仪器和数据处理算法,有效地减小各种误差的影响,提高测量精度。GPS定位技术的静态精度为毫米级,动态精度为厘米级,可以满足水利工程精确定位的需求;电子水准仪测量精度远大于传统水准测量,可以有效防止人工读数误差;三维激光扫描技术测量精度可达毫米级,可以准确地捕捉到地形、建筑物的细微变化,防止由于测量误差造成的工程隐患<sup>[4]</sup>。

## 3 数字化测量技术在水利工程施工中的应用

数字化测量技术已经渗透到水利工程施工的全过程,即施工准备阶段、施工过程阶段和施工完成后的竣工验收阶段,为各个阶段的施工工作提供精确的数据支撑,促使水利工程施工朝着精细化的方向发展。

### 3.1 施工准备阶段的应用

施工准备阶段是水利工程施工的基础,主要包含工程勘察、地形测绘、方案设计、场地平整等各项工作,

数字化测量技术在该阶段的应用,可以为施工准备工作提供准确全面的数据支持,保证施工方案的科学性。

传统的工程勘察测绘方式,由于效率低、精度差等缺点,在大型水利工程的勘察中存在很大的问题。使用数字化测量技术,利用无人机测绘、遥感技术、GPS定位技术等手段可以快速得到工程区域地形地貌、水文地质等相关数据,生成高清影像图、数字高程模型、地形剖面图等成果。水库工程施工准备阶段,利用无人机测绘可以迅速覆盖整个水库流域,得到流域内地形地貌数据,为水库选址、库容计算、大坝设计提供准确的依据;在河道整治工程中,利用遥感技术可以获取河道走向、宽度、水深等数据,为河道整治方案的制定提供支持。

数字化测量技术可以实现精准定位和放线,保证场地平整精度和施工放线的准确性。使用GPS-RTK技术可以快速确定场地平整的高程控制点和平面控制点,指导施工人员进行场地平整作业,保证场地平整后高程满足设计要求,在大坝、溢洪道等关键部位施工放线时,用全站仪、电子水准仪等数字化测量设备准确放出建筑物轴线、轮廓线、高程控制点,防止由于放线误差造成施工质量问题。

### 3.2 施工过程中的应用

施工过程是水利工程质量控制的重要环节,利用数字化测量技术进行施工过程的动态监测控制,可以及时发现施工过程中存在的问题并加以解决,保证工程施工质量与进度。

大坝施工中应用大坝是水利工程的主体结构,大坝施工质量直接影响工程安全,对测量精度和动态监测要求很高。利用数字化测量技术可以对大坝施工过程实施全过程动态监测和精确控制。大坝浇筑时,利用三维激光扫描技术可以即时得到大坝浇筑高度、厚度、轮廓等数据,同设计数据比较分析,及时找出浇筑过程中的偏差,指导施工人员调节浇筑工艺,保证大坝浇筑质量;GPS变形监测技术可以实时监测大坝沉降、位移等变形数据,一旦发现变形超过允许范围,立即发出预警,采取相应的防控措施,防止大坝出现安全隐患<sup>[5]</sup>。

河道整治和输水工程施工环境复杂,河道开挖、边坡修整、管道铺设等环节都牵涉测量精度和效率的问题。使用数字化测量技术可以大幅度提高施工效率和质量。河道开挖施工时,利用无人机测绘加GPS-RTK技术,可以及时掌握开挖深度、宽度、坡度等数据,保证开挖尺寸满足设计要求,在边坡修整时,用三维

激光扫描技术准确获取边坡轮廓数据,指导施工人员进行边坡修整,防止边坡坍塌等安全问题的发生。

### 3.3 施工完成后的应用

施工结束后,水利工程需要进行竣工验收,数字化测量技术在竣工验收阶段的应用,可以给验收工作提供准确、全面的测量成果,保证验收工作的科学性,为工程后期运维提供数据支持。

竣工测量传统上采用烦琐、低效的测量方式,难以得到工程竣工后全部、准确的数据。使用数字化测量技术,可以利用无人机测绘、三维激光扫描技术、全站仪等手段,对工程竣工后地形、建筑物、构筑物等进行全方位的采集,生成竣工测量报告、竣工图、三维模型等成果。例如:大坝竣工验收时用三维激光扫描技术可以得到大坝实际轮廓、高程、尺寸等数据,和设计数据进行对比分析,评价大坝施工质量是否符合设计要求,在河道整治工程竣工验收时,用无人机测绘可以得到整治后河道走向、宽度、水深等数据,评价河道整治效果是否达到设计标准。

在水利工程竣工后,需要长期进行运维监测,及时发现工程的变形、损坏等问题,保证工程的长期安全运行。数字化测量技术可对工程后期运维实施常态化监测,利用GPS变形监测技术、三维激光扫描技术定期监测大坝、溢洪道等重点部位变形数据,建立变形监测数据库,剖析变形规律,预估变形走向,为工程运维决策提供支撑,延长工程使用寿命。

## 4 数字化测量技术在水利工程施工中的前景

伴随我国水利事业的不断进步,以及数字化技术、智能化技术、信息技术的持续更新升级,数字化测量技术在水利工程施工中的应用前景十分广阔,将会向着智能化、一体化、精细化、协同化方向发展,给水利工程施工技术的升级换代提供强有力的支撑,促进水利事业高质量发展。

首先,智能化水平会不断提高,人工智能技术与数字化测量技术深度融合发展成为趋势。未来数字化测量设备会慢慢朝着智能化方向发展,具有自主导航、自主采集、自主分析、自主预警等能力,减少人工操作,提高测量速度和精确度。智能无人机自主规划航线、避让障碍物,自动获取并处理数据,形成测量成果;智能监测设备对工程变形、水文等数据进行实时监测,用人工智能算法分析数据,及时发现异常,发出预警,从而实现水利工程的智能化监测与管控。

其次,一体化应用将会更广泛,多技术融合完成全流程控制。数字化测量技术会和BIM(建筑信息模型)、

物联网、大数据等技术深度结合,建立水利工程施工全过程一体化管控平台。借助BIM技术和数字化测量技术的融合,可以将测量数据同工程模型结合起来,从而实现工程施工的可视化管控,清楚地显示施工进度和质量状况,利用物联网技术和数字化测量技术的融合,对施工设备、测量设备、工程结构实施实时监测,进而实现数据的实时传输和共享,通过大数据技术和数字化测量技术的融合,为工程规划、设计、施工、运维提供全生命周期的数据支撑,实现水利工程施工的全流程精细化管控。

最后,应用场景也将越来越广泛,覆盖水利工程的各个方面。目前,数字化测量技术主要被应用在大型水利工程的施工中,随着技术的发展以及成本的降低,数字化测量技术的应用范围会逐渐扩大到中小型水利工程、农村水利工程、生态水利工程等各个方面。在农村水利灌溉工程中,应用数字化测量技术可以准确得到灌溉区域的地形、水文数据,从而改善灌溉方案,提高水资源利用率。

## 5 结束语

数字化测量技术是现代测量技术的核心,凭借自动化、精准化、智能化的特点,已经成为水利工程施工中不可缺少的重要技术,在施工准备、施工过程、竣工验收、后期运维等各个阶段都起着重要的作用,解决了传统测量技术在水利工程中遇到的难点问题,提高水利工程施工质量,为水利工程的科学化施工提供有力支持。随着数字化技术、智能化技术、信息技术的不断更新换代,数字化测量技术将会与人工智能、BIM、物联网、大数据等技术深度融合,向着智能化方向发展,为我国水利事业高质量发展注入新的动力。

### 参考文献:

- [1] 徐小兴. 水利工程测量中数字化测绘技术的应用研究[J]. 中国科技论文在线精品论文, 2025, 18(03): 220-222.
- [2] 贾磊. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用探究[J]. 治淮, 2025(07): 37-38, 43.
- [3] 徐蕾. 数字化测量技术在水利工程施工中的应用与前景研究[J]. 水上安全, 2025(08): 52-54.
- [4] 黎迪. 数字化测图在维护性航道测量及管理中的应用探究[J]. 珠江水运, 2024(19): 40-42.
- [5] 陈文坤, 吴传彦, 李章超, 等. 数字化技术在水利工程测绘设计中的应用研究[J]. 长江技术经济, 2022, 06(S1): 248-250.